

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 81 15813**

(54) Brûleur pour réchauffeur tubulaire à rayonnement.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). F 23 D 13/12.

(22) Date de dépôt..... 17 août 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 7 du 18-2-1983.(71) Déposant : VSESUZNY NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY INSTITUT METALLURGICHESKOI  
TEPLOTEKHNIKI et GOSUDARSTVENNY SOUZNY INSTITUT PO PROEKTIROVANIU  
AGREGATOV STALEPLAVILNOGO I PROKATNOGO PROIZVODSTVA Dlya CHERNOI  
METALLURGI « STALPROEKT ». — SU.(72) Invention de : Maslov Vladimir Ivanovich, Ryazanov Viktor Tikhonovich, Alexeev Leonid Ivanovich,  
Bondarenko Olga Nikolaevna, Gusovsky Viktor Lvovich, Sokolinsky Felix Davidovich  
et Lifshits Adolf Efimovich.(73) Titulaire : *Idem* (71)(74) Mandataire : Cabinet Lavoix,  
2, place d'Estienne-d'Orves, 75441 Paris Cedex 09.

La présente invention concerne des dispositifs brûleurs de gaz pour le réchauffage et le traitement thermique au moufle surtout à l'aide de réchauffeurs tubulaires à rayonnement aux fours sous une atmosphère protectrice, 5 et plus précisément des brûleurs pour les réchauffeurs tubulaires à rayonnement.

Dans les fours sous une atmosphère protectrice on utilise de quelques dizaines à quelques centaines de réchauffeurs tubulaires à rayonnement, surtout dans les fours 10 à passage à rouleaux de traitement thermique sous une atmosphère protectrice. Les réchauffeurs tubulaires à rayonnement doivent assurer une bonne économie de fonctionnement thermique, une distribution uniforme de température à la surface du réchauffeur et une longue durée de service de 15 celui-ci. Le brûleur pour le réchauffeur tubulaire à rayonnement est disposé à l'intérieur du réchauffeur.

Les réchauffeurs tubulaires à rayonnement sont conçus de manière que le processus de combustion à l'aide d'un brûleur spécial se déroule à l'intérieur du réchauffeur, que les produits de combustion le traversent suivant toute sa longueur, qu'ils passent ensuite dans un récupérateur de réchauffage d'air et soient évacués vers un carneau par un canal de fumée. L'air réchauffé dans le récupérateur est canalisé vers le brûleur. La commande du régime de fonctionnement du brûleur du réchauffeur tubulaire à rayonnement se fait de l'extérieur du four, tandis que la partie principale du brûleur se trouve avec le réchauffeur à l'intérieur du four.

Le combustible principal utilisé par les brûleurs des réchauffeurs tubulaires à rayonnement est le gaz naturel se composant essentiellement du méthane ( $\text{CH}_4$ ).

Afin d'obtenir d'obtenir le meilleur échange de chaleur, le brûleur doit assurer une combustion ralentie (progressive) du gaz suivant toute la longueur du réchauffeur tubulaire à rayonnement. Toutefois, l'utilisation des

brûleurs de tous les modes de réalisation connus conduit à la formation du noir à l'intérieur des réchauffeurs tubulaires à rayonnement par suite de la décomposition des hydrocarbures due aux températures élevées et aux faibles 5 coefficients locaux de débits d'air. Le noir dégagé se dépose aux surfaces intérieures du réchauffeur tubulaire à rayonnement, ce qui affecte l'échange thermique et diminue l'économie de fonctionnement du réchauffeur. En outre, le dépôt de noir provoque des changements de structure des 10 parois du réchauffeur tubulaire à rayonnement qui est fabriqué en alliages réfractaires chrome-nickel (Cr-Ni), ce qui diminue la durée de service du réchauffeur. Cela conduit à des rechanges fréquentes des réchauffeurs tubulaires à rayonnement coûteux dans les fours.

15 On connaît un brûleur à gaz du type à diffusion pour réchauffeur tubulaire à rayonnement (A.M. Semernin, A. E. Erinov, "Gazovye radiatsionnye truby", publié en 1968, éditions "Tekhnika", Kiev). Ce brûleur comprend un corps et un tube central d'aménée de gaz. Son fonctionnement est le suivant : le gaz est amené par le tube central à faible vitesse suivant l'axe du brûleur, alors que l'aménée d'air se fait, également à faible vitesse, par un canal annulaire formé par le corps du brûleur et la paroi intérieure du réchauffeur tubulaire à rayonnement renfermant ce brûleur.

20 Pendant le fonctionnement de ce brûleur il se forme un dépôt de noir à l'intérieur du réchauffeur tubulaire à rayonnement qui diminue l'économie de fonctionnement du réchauffeur et sa durée de service. Pour diminuer la précipitation du noir dans les conditions réelles, 30 on augmente le coefficient de débit d'air jusqu'à  $\alpha \geq 2,5$ , ce qui conduit à une consommation excessive du combustible et à une répartition moins uniforme des températures à la surface du réchauffeur tubulaire à rayonnement.

35 On connaît un autre brûleur à gaz (recueil des

travaux de Stalproekt n° 4, publié en 1963 par les éditions "Metallurgizdat", Moscou : V.N. Apterman, A.E. Erinov, B.V. Malyshev, E.N. Rozenfeld, A.M. Semernin, "Issledovanie na opytnom stende radiatsionnykh trub dlia protiazhnoi pechi tsinkovalnogo agregata", pages 68 à 73) comprenant un mélangeur percé de trous d'amenée d'air primaire. Ce mélangeur renferme un tube d'amenée de gaz et un bec stabilisateur monté en position opposée à ce tube. Ce bec stabilisateur du brûleur ainsi réalisé sert de buse d'amenée du mélange gaz-air. Le mélangeur est fixé sur un diaphragme percé d'ouvertures d'amenée d'air secondaire.

Le brûleur fonctionne comme suit : le gaz est amené par le tube au mélangeur qui reçoit également l'air primaire mélangé à ce gaz. L'air secondaire est amené par un canal annulaire formé par le mélangeur et la paroi intérieure du réchauffeur tubulaire à rayonnement renfermant le brûleur. Le rapport de la surface de l'ouverture d'amenée d'air primaire (F1) et de la surface de la section transversale du canal annulaire formé par le mélangeur et la paroi intérieure du réchauffeur tubulaire à rayonnement pour l'amenée d'air secondaire (F2) est 
$$\frac{F1}{F2} = \frac{0,014}{1,0}$$

Il en résulte que le mélangeur reçoit de très faibles quantités d'air primaire ( $\alpha_{\text{prim}} \approx 0,02$  à 0,03), alors que les quantités d'air secondaire amenées au canal annulaire entre le mélangeur et la paroi intérieure du réchauffeur tubulaire à rayonnement sont importantes. Avec une telle distribution d'air entre la voie primaire et la voie secondaire il se produit une précipitation de quantités importantes de noir au cours de la combustion du mélange et de l'air secondaire. Le noir se dépose à la surface intérieure du réchauffeur tubulaire à rayonnement, ce qui provoque une altération de l'échange de chaleur et de l'économie de fonctionnement du réchauffeur. En outre, le dépôt de noir provoque des changements de structure dans les parois du réchauffeur tubulaire à rayonnement qui est

fabriqué en alliages réfractaires chrome-nickel (Cr-Ni), ces changements diminuant la durée de service du réchauffeur. Pour ces raisons on est obligé de rechanger fréquemment les réchauffeurs tubulaires à rayonnement coûteux des fours.

5 Dans l'exemple envisagé, le mélange est amené à une vitesse sensiblement supérieure à la vitesse d'aménée d'air secondaire à la sortie du brûleur, où l'inflammation commence. Il en résulte une combustion irrégulière 10 du gaz suivant la longueur du réchauffeur tubulaire à rayonnement et une distribution non uniforme des températures à sa surface. Il n'y a pas de stabilisation sûre de la flamme à la sortie du brûleur, car les dimensions trop faibles du bec stabilisateur ne permettent pas de faire tourbillonner les courants de mélange et d'air secondaire dans 15 lesquels il se trouve.

Le but de l'invention est d'éviter les inconvénients précités.

Dans le cadre de l'invention on s'est proposé 20 de créer un brûleur pour le réchauffeur tubulaire à rayonnement, dans lequel le rapport de la longueur de son mélangeur et de toutes les surfaces des ouvertures d'aménée d'air et de gaz serait tel qu'il permette d'éviter la formation du noir de carbone au cours de combustion du gaz 25 naturel, ce qui permet de maintenir une distribution uniforme des températures à la surface du réchauffeur, d'améliorer sa durabilité et son économie de fonctionnement par rapport aux brûleurs connus pour le réchauffeur tubulaire à rayonnement.

30 Le but visé est atteint par le fait que dans le brûleur pour le réchauffeur tubulaire à rayonnement comprenant un mélangeur dont les parois sont percées d'ouvertures d'aménée d'air primaire et qui renferme une buse pour l'aménée de gaz, en opposition à cette buse, un bec 35 stabilisateur présentant des canaux d'aménée d'air secon-

daire disposés suivant sa périphérie et ayant une buse centrale pour l'amenée du mélange air-gaz, la buse centrale du bec stabilisateur est réalisée, selon l'invention, d'une telle manière que son diamètre soit au moins 5 de dix fois inférieur à la distance entre l'ouverture d'amenée d'air primaire et le bec stabilisateur et que le rapport de la surface ( $F_3$ ) de la buse centrale et de la surface totale ( $F_1$ ) de toutes les ouvertures d'amenée d'air primaire soit d'environ 0,8 à environ 1,0, le rapport de 10 la surface de la buse centrale ( $F_3$ ) et de la surface totale ( $F_2$ ) de tous les canaux du bec stabilisateur étant d'environ 0,6 à environ 0,8.

Ces rapports des dimensions du brûleur sont optimaux pour supprimer la formation du noir de carbone 15 au cours de combustion et obtenir un dégagement de chaleur uniforme suivant la longueur du réchauffeur tubulaire à rayonnement et donc une distribution uniforme des températures à sa surface. Ces rapports ont été établis par voie expérimentale au cours des études de processus de combustion 20 du gaz naturel dans les réchauffeurs tubulaires à rayonnement. Le rapport des surfaces des sections de passage d'air est primordial pour le fonctionnement du brûleur. Par exemple, si le rapport  $\frac{F_3}{F_1}$  (surface de la buse centrale) est inférieur à 0,8 et le rapport  $\frac{F_3}{F_2}$  est inférieur 25 à 0,6, le mélangeur reçoit une trop faible quantité d'air et il se produit une formation intense du noir de carbone dans la flamme. Par contre, lorsque  $\frac{F_3}{F_1}$  est supérieur à  $\frac{F_2}{F_1}$  1,0 et  $F_3$  est supérieur à 0,8, l'amenée d'air au mélangeur est excessive. Cela conduit au fait que l'irrégularité du chauffage 30 suivant la longueur du réchauffeur tubulaire à rayonnement s'aggrave nettement et que la flamme pénètre dans le mélangeur, surtout à des faibles débits de gaz, ce qui provoque la destruction du mélangeur. Le mélangeur doit assurer le mélange parfait du gaz et de l'air primaire et sa longueur 35 ne doit pas être inférieure à 10 fois le calibre de la buse

centrale du bec stabilisateur. Si la longueur du mélangeur est plus courte, le mélange gaz-air devient plus mauvais et du noir de carbone apparaît dans les produits de combustion. La longueur du mélangeur est limitée par les dimensions du brûleur et par les raisons de construction, lorsque le réchauffeur tubulaire à rayonnement est disposé dans la maçonnerie du four.

La valeur absolue de  $F_{mél}$ ,  $F_{prim}$  et  $F_{sec}$  dans les rapports adoptés est choisie de manière à obtenir les vitesses égales et faibles de l'écoulement du mélange et de l'air secondaire hors du brûleur, pour assurer ainsi leur malaxage ralenti et leur combustion suivant la longueur du réchauffeur tubulaire à rayonnement.

Le bec stabilisateur percé des canaux périphériques pour l'amenée d'air secondaire et ayant une buse centrale pour l'amenée du mélange air-gaz assure, avec les valeurs choisies de  $F_3$  et de  $F_2$ , un tourbillonnement sûr des écoulements et donc une stabilisation sûre de l'inflammation sans pulsations ni décrochage de la flamme.

Grâce à un tel mode réalisation il devient possible de supprimer la formation du noir de carbone au cours de combustion du gaz naturel, ce qui permet, à son tour, de maintenir la distribution uniforme des températures à la surface du réchauffeur et d'augmenter sa durabilité et son économie de fonctionnement, par rapport aux brûleurs connus pour les réchauffeurs tubulaires à rayonnements.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre des exemples de réalisation du brûleur pour le réchauffeur tubulaire à rayonnement et en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

la figure 1 représente la vue d'ensemble du réchauffeur tubulaire à rayonnement équipé du brûleur, selon l'invention, (avec un arrachement) ;

la figure 2 représente en coupe la vue d'ensem-

ble du brûleur du réchauffeur tubulaire à rayonnement, selon l'invention,

la figure 3 est la coupe III-III de la figure 2.

Le brûleur 1 du réchauffeur tubulaire à rayonnement 2 est monté dans le corps 3 de celui-ci est fabriqué en aciers résistant à la chaleur et à l'oxydation thermique. Un mélangeur 4 réalisé sous forme d'un tube est disposé suivant l'axe a-a d'une branche à brûleur 5 du réchauffeur tubulaire à rayonnement 2. Des parois latérales 6 de l'une des extrémités du mélangeur 4 sont percées des trous 7 ayant la surface totale  $F_1$ . Dans l'exemple envisagé, ces trous sont circulaires, mais ils peuvent être de toute autre configuration. Les trous 7 se trouvent à proximité immédiate de l'ouverture d'une buse à gaz 8 montée à l'intérieur du mélangeur 4 et introduite à travers une tête 9 de la branche à brûleur 5 du réchauffeur tubulaire à rayonnement 2. A l'endroit d'engagement de la buse à gaz 8 dans le mélangeur 4 il est réalisé un élément d'étanchéité 10, pour empêcher la pénétration d'air. Dans l'exemple envisagé, l'élément d'étanchéité 10 est réalisé sous forme d'une garniture résistant à la chaleur, mais il peut être de n'importe quelle autre conception (à filetage, par exemple).

L'autre extrémité du mélangeur 4 porte un bec stabilisateur 11. Suivant la périphérie du bec stabilisateur 11 il est prévu des canaux 12 destinés au passage de l'air secondaire et présentant une surface totale  $F_2$ . Dans la partie centrale du bec stabilisateur il est disposée une buse centrale 13 ayant une surface de section  $F_3$ , destinée au passage du mélange gaz-air. Les canaux 12 peuvent être de n'importe quelle configuration. Dans l'exemple envisagé, les canaux 12 sont rectangulaires.

Un tube 14 du brûleur sert à monter un dispositif d'allumage pour l'amorçage du réchauffeur.

Le bec stabilisateur est percé d'un trou dans lequel est introduit une extrémité du tube 14 pour le

montage du dispositif d'allumage (non représenté sur le dessin). L'autre extrémité du tube 14 est fixé dans la tête 9 de la branche à brûleur 5 du réchauffeur tubulaire à rayonnement 2.

5 La tête 9 de la branche à brûleur 5 est reliée par une tubulure 15 à un récupérateur de réchauffage d'air (non représenté sur le dessin) disposé dans une branche à récupérateur 16 du réchauffeur à rayonnement. L'amenée d'air au récupérateur se fait par une tubulure 17.

10 Le diamètre extérieur du bec stabilisateur 11 est choisi de façon que le jeu de montage entre le bec stabilisateur et la surface intérieure du corps de la branche à brûleur 5 du réchauffeur tubulaire 2 soit au minimum possible selon les conditions données. La surface de section 15 de ce jeu intervient dans le calcul de  $F_2$ .

Le fonctionnement du brûleur du réchauffeur tubulaire à rayonnement est le suivant.

15 L'air provenant du récupérateur arrive par la tubulure 15 au brûleur, où il est réparti entre deux voies : 20 une partie d'air (l'air primaire) est amenée au mélangeur 4 par les trous 7 et l'autre partie (l'air secondaire) passe par les canaux 12 du bec stabilisateur 11 et arrive à l'espace de travail du corps 3 du réchauffeur tubulaire à rayonnement 2.

25 La totalité de gaz combustible traverse la buse 8 d'amenée de gaz et arrive à l'intérieur du mélangeur 4, où le gaz est mélangé avec l'air primaire, ce mélange étant ensuite canalisé depuis le brûleur par la buse centrale 13 du bec stabilisateur 11 vers l'espace de travail 30 du corps 3 du réchauffeur tubulaire à rayonnement 2. Le mélangeur 4 assure un mélange suffisamment complet du gaz avec l'air primaire amené par les trous 7 des parois du mélangeur 4.

La quantité d'air primaire amenée au mélangeur 4 35 et la quantité d'air secondaire amenée par les canaux 12

du bec stabilisateur 11 sont déterminées par les dimensions des surfaces de section  $F_1$  des trous 7 et  $F_2$  des canaux 12. La valeur de  $F_1$  est choisie (calculée) de manière que le mélange formé dans le mélangeur 4 soit, d'une part incom-  
5 bustible et que, d'autre part, il permette de supprimer la formation du noir de carbone, lorsqu'il est nécessairement brûlé avec un faible coefficient de débit d'air.

Les valeurs de  $F_2$  et  $F_3$  sont choisies (calculées) de manière que les vitesses des courants de mélange et d'air  
10 secondaire soient égales et d'une faible valeur absolue, pour obtenir une combustion uniforme suivant la longueur du réchauffeur tubulaire.

La dimension choisie de la section transversa-  
le du bec stabilisateur 11, qui est à peu près égale à la  
15 section transversale de la branche à brûleur 5 du réchauf-  
feur tubulaire à rayonnement 2 assure un bon tourbillonne-  
ment des courants de mélange et d'air secondaire dans le  
sillage aérodynamique en aval du courant et donc une bonne  
stabilisation de la flamme.

20 On voit donc que le brûleur, selon l'invention, est simple à réaliser et permet d'obtenir une combustion économique du gaz naturel sans formation du noir de carbone dans toute la gamme de régulation de la charge calorifi-  
que, d'augmenter la durabilité et l'économie du réchauffeur  
25 tubulaire à rayonnement grâce à la suppression de la forma-  
tion du noir de carbone et d'obtenir une distribution uni-  
forme des températures à sa surface et une stabilisation  
sûre de la flamme.

Bien entendu diverses modifications peuvent être  
30 apportées par l'homme d'art au brûleur qui vient d'être  
décrit uniquement à titre d'exemple non limitatif sans  
sortir du cadre de l'invention.

REVENDEICATION

Brûleur pour le réchauffeur tubulaire à rayon-  
nement comprenant un mélangeur dont les parois sont percées  
de trous d'amenée d'air primaire et qui renferme une buse  
d'amenée de gaz et, en opposition à cette buse, un bec sta-  
5 bilisateur présentant des canaux d'amenée d'air secondaire  
disposés suivant sa périphérie et ayant une buse centrale  
pour l'amenée du mélange gaz-air, caractérisé par le fait  
que la buse centrale (13) du bec stabilisateur (11) est ré-  
alisée de manière que son diamètre soit d'au moins dix fois  
10 inférieur à la distance entre les trous (7) d'amenée d'air  
 primaire et le bec stabilisateur (11) et que le rapport de  
 la surface de la buse centrale (13) et la surface totale de  
 tous les trous (7) d'amenée d'air primaire soit d'environ  
 0,8 à environ 1,0, le rapport de la surface de la buse  
 15 centrale (13) et de la surface totale de tous les canaux  
 (12) du bec stabilisateur (11) étant d'environ 0,5 à environ  
 0,8.

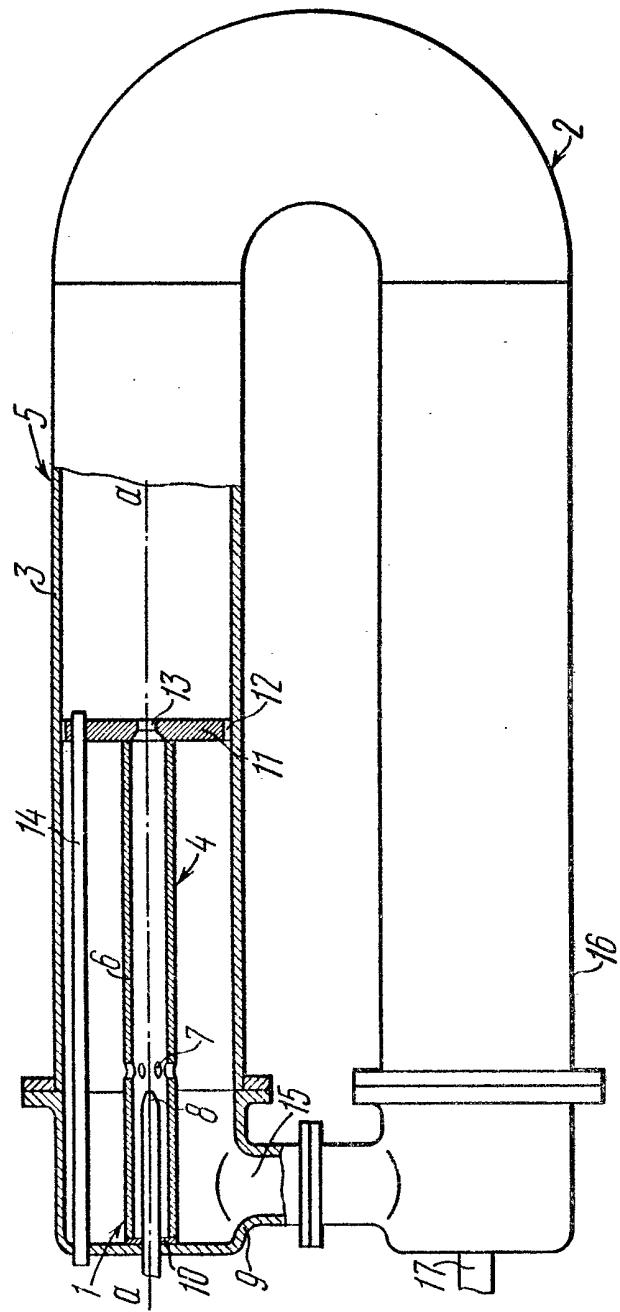


FIG. 1

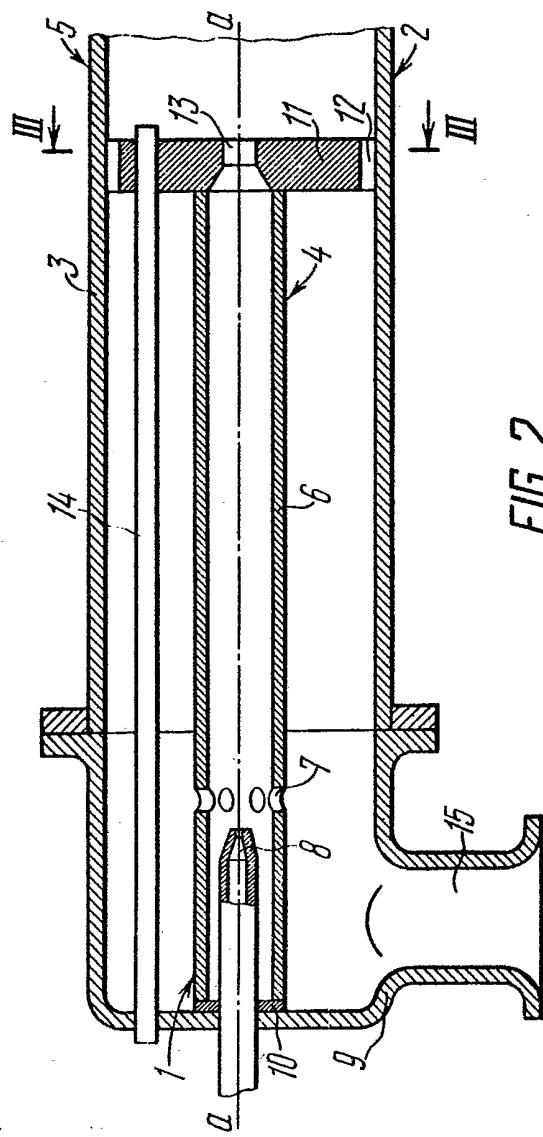


FIG. 2

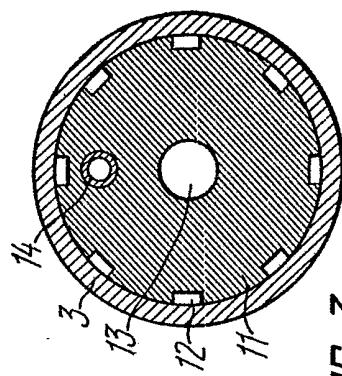


FIG. 3